نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 5، آذر - دی 1396، ص. 783-771

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 5, Dec- Jan 2018, p. 771-783

بررسی اثرامولسیفایرهای پلی‌گلیسرول استر و امولسیفایر داتم به حالت ژل بر خصوصیات فیزیکوشیمیای، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی

مریم‌قنادرضایی[1]- اکرم آریان‌فر[2]*-زهراشیخ‌الاسلامی[3]

تاریخ دریافت: 1395/01/04
تاریخ پذیرش: 1395/08/08

چکیده

با توجه به مزایای استفاده از ژل‌امولسیفایرها در صنایع پخت و لزوم تولید این محصول با فرمولاسیون‌های مختلف، در این پژوهش‌اثرغلظت‌های مختلف امولسیفایرداتم (5 و 10و 15 درصد) وغلظت‌های متفاوت پلی‌گلیسرول است (10 و 15درصد) و میزان ثابت منوگلیسرید (60 درصد) در فرمول ژل امولسیفایر بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی مورد مطالعه قرار گرفت. آنالیز رنگ (ازطریق سه شاخص *L و *a و *b)، حجم مخصوص، بافت و رطوبت نمونه‌های کیک حاوی شش نمونه ژل مورد ارزیابی قرارگرفت نتایج به روشنی نشان داد که غلظت مناسب امولسیفایر داتم در فرمول ژل امولسیفایر(10 درصد) در مجاورت با غلظت مناسب پلی‌گلیسرول استر (15 درصد) می‌باشد که این فرمول ژل امولسیفایر سبب کاهش افت رطوبت در طی یک هفته بعد از پخت، افزایش حجم مخصوص کیک، کاهش میزان سفتی کیک، افزایش میزان مولفه *L پوسته و مغز کیک و بیشترین امتیاز بافت و قابلیت جویدن را از نظر ارزیاب‌ها به‌خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: کیک روغنی، ژل امولسیفایر، داتم، پلی‌گلیسرول استر، خصوصیات‌فیزیکوشیمیایی، خصوصیات حسی

مقدمه

محصولات تهیه شده از آرد گندم یکی از پرمصرف‌ترین مواد غذایی در دنیا می‌باشد. در این میان کیک‌ها محبوبیت ویژه‌ای دارند و در نزد مردم به‌عنوان غذایی خوشمزه، دلپذیر و با ویژگی‌های حسی ویژه تلقی می‌شوند. آرد، روغن، شکر، تخم‌مرغ، اجزای اصلی در تهیه کیک هستند که هر کدام یک نقش کاربردی مهم را در ویژگی‌های ساختمانی و کیفی محصول ایفا می‌کنند(.Stanly, p .(Caurain.,Lindas, Y, 2006

وجود امولسیفایرها در کیک حائز اهمیت است. تولید کیک با کیفیت مناسب به احتباس و نگهداری حباب‌های هوا در داخل خمیر و باقی ماندن این حباب‌ها در خمیر در طول فرآیند پخت تا زمان تشکیل و استحکام بافت کیک بستگی دارد (,.Ashwini, A (jyostena, R &Indrani, D, 2008.

امولسیفایرهای مورد مصرف در تهیه انواع کیک شامل: منوگلیسریدها و مشتقات آن، استئاروئیل لاکتیلات، پروپیلن گلایکول منواستئارات، سوربیتان منواستئارات، پلی سوربات، لسیتین می‌باشند (Dasappa, i., Gandham,V, 2008).

اکثر امولسیفایرهایی که یک اسید چرب خطی در مولکول خود دارند که قادر به ایجاد ترکیب پیچیده با آمیلوز محلول نشاسته هستند. این ویژگی اهمیت زیادی در به تاخیر انداختن بیاتی نان و کیک و کاهش چسبندگی در فرآورده‌های بازسازی شده نشاسته مانند پوره سیب‌زمینی و خمیرهای غذایی دارند (Mikus, 1946).

امولسیفایرها زمانی که به‌صورت ژل بوده و در تولید کیک مورد استفاده قرار می‌گیرند ژل کیک نامیده می‌شوند. به‌طور کلی استفاده از ژل کیک در خمیر کیک سبب افزایش توزیع یکنواخت حباب‌های هوا و در نتیجه افزایش ویسکوزیته و ایجاد بافت و حجم مناسب‌تر در کیک می‌شود (Baker, S, 2010).

امولسیفایر پلی‌گلیسرول استر سبب ثبات فعالیت آبی کیک در حین نگهداری می‌شود که این عامل از خشکی محصول در طی نگهداری نیز می‌کاهد (Robert. J. Whitehurst , 2004). استفاده از روغن‌های حاوی امولسیفایر در تهیه کیک ضمن تسهیل عمل مخلوط کردن اجزای کیک سبب افزایش میزان آب مصرفی نیز

1- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.
2- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.
3- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
(* - نویسنده مسئول (Email: a_aria_1443@yahoo.com
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.54699

می‌گردد و این امر بیات شدن را به تاخیر می‌اندازد (ترابـی زاده، هــ، 1381).

امولسیفایر در مجاورت با آب به فرم مزوفـاز تبـدیل مـی‌شـود و تشکیل فرم مزوفاز به عواملی مثل به نوع امولسـیفایر، دمـا، غلظـت امولسیفایر، HLB و قسمت هیـدروفوبیک امولسـیفایر بسـتگی دارد. منوو دی گلیسیرید تهیه شده از روغن کامل هیدروژنه بـا منـو و دی گلیسیرید حاصل از روغن غیراشباع رفتار فازی متفاوتی در آب دارند. منوگلیسیرید ها، دی‌گلیسیریدها و تری گلیسیریدها در فرم کریستالی آب‌گریزمی باشند (prabhasankar,P., Rajiv,J . 2006&- Baker, S. 2010).

زنجیره اسید چرب منوگلیسـیرید از بخـش آبدوسـت امولسـیفایر (گلیسرول)، محافظت می‌کند و این عامل باعث جلوگیری از واکـنش آب با بخش آبدوست امولسیفایر می‌شود کـه در اثـر هیدراتـه کـردن امولسیفایرها ساختار آبدوستی آن تغییر پیدا می‌کند. این عامل سـبب بهبود واکنش امولسیفایر با آب مـی‌شـود. بـه همـین دلیـل عملکـرد امولسیفایر هیدراته بسیار مورد توجه صنایع غذایی قرار گرفتـه اسـت (Richardson, G., Longton, M &Faldt, P, 2002).

گروه‌های مختلفی از امولسیفایرها را مـی‌تـوان از طریـق فراینـد هیدراته‌کردن به فرم آلفاژل تبدیل نمود. برخی از ایـن امولسـیفایرها سدیم استئاروپل لاکتیلات[1]، پلی گلیسرول استر[2]، پروپیلن گلایکـول منواستئارات[3]، دی استیل تارتاریک اسیداسترمنوگلیسرید[4] می‌باشند که منواسترپروپیلن گلایکول تمایل بالایی در تشکیل ژل آلفاکریسـتالی دارد و می‌تواند به‌عنوان یک امولسیفایر و هوادهنده در ترکیب با یک مونوگلیسرید عمل کند (Shireed S and Charles A,, 2007).

آلفاژل کریستالی پلی‌گلیسرول استر امروزه به مقدار قابل توجهی همراه با آلفا ژل های مونوگلیسریدها و پروپیلن گلایکول‌منو استئارات در صنایع کیک‌سازی استفاده می‌شود (Shepard, I.S., and Yoell, R.W. 1976).

یک آلفا ژل پایدار که از مخلوط و منوگلیسریدها و پلی گلیسرول استر تشکیل شده است تاثیرات بسـیار زیـادی برکیفیـت کیـک دارد. پلی‌گلیسرول استر یک امولسیفایر متمایل به تشکیل آلفاژل می‌باشد و قادر به افزایش ویسکوزیته خمیر می‌باشد پلی‌گلیسرول استر قابلیـت تشکیل امولسیون روغن در آب و آب در روغـن را دارد و همـراه بـا مونوگلیسریدها قادر به پایداری امولسیون روغن در آب خمیر کیک در مراحل مختلف تولید کیک می‌باشند. در کیک‌های کم‌چـرب آلفـاژل پلی گلیسرول استر نه تنها در هوادهی مسـتقیم خمیـر کیـک کمـک می‌کند بلکه با ایجاد لایه‌های محافظتی در اطراف حباب‌های هوا در پایدار کردن کف مایع تأثیر دارد. در خمیر کیک‌های کم چرب آلفاژل پایدار پلی‌گلیسرول استر احساس نرمی همراه با افزایش ویسـکوزیته خمیر ایجاد می‌کند که با این ویژگی این نوع خمیرها شبیه به خمیـر کیک‌های چرب می‌شوند (Silva RF.2000).

امولسیفایرهای مورد استفاده در تولیدکیک باید در حالـت آلفـاژل باشند. زمانی که امولسیفایر با ساختار کریستالی بتا در آب حرارت داده می‌شود یک فاز لایه‌ای متشکل می‌شود. این فاز متشکل از دو لایـه نرم است که توسط آب‌های حل شده بین گروههای سـرقطبی، جـدا شده‌اند. در طی سرد کردن زنجیره‌های لیپیدی به فرم سخت آرایـش پیدا کرده و فاز لایه‌ای به یک آلفاژل تبدیل می‌شود (کروگ، 1997).

عزیـــزی و همکـــاران(2004)، ژل‌امولســـیفایرهای گلیســـرول منواستارات تقطیر شده، داتم، گلیسرول منو استئارات، سدیم استئاروپل لاکتیلات را با آب مخلوط نمودند. افـزودن ایـن ژل‌هـا جـذب آب را کاهش داد. ژل‌ها مقاومت خمیر را افزایش دادند. همچنین خصوصیات اکستنوگراف خمیر آرد گندم تا درجـات مختلـف بهبـود یافـت و ژل امولسـیفایرهای مـورد بررسـی باعـث بهبـود کیفیـت پخـت نـان شدند.امولسفایرها به فرم آلفا بهترین تأثیر را در حفـظ حبـاب هـوا و مخلوط کردن و یکنواختی خمیر دارند (Goldstein , A Marngoni , A. 20012).

پور فرزاد(1389) تولید و بهینـه‌سـازی امولسـیفایر بـرای بهبـود خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی شده با سویا را بررسی کردند. در این تحقیق بهترین خصوصیات از نظر حجم به‌خصوص رطوبت، فعالیت آبی و پذیرش کلـی نـان زمـانی حاصـل گردیـد کـه فرمـول شـیمیایی شـامل 0/5 درصـد سـدیم‌اسـتئاروپل لاکتیلات، 0/28 درصد داتم، 0/5 درصد پروپیلن گلایکول باشد.

هدف از این پژوهش اثرغلظت‌هـای مختلـف امولسـیفایرداتم (5 و10و15درصد) و غلظت‌های متفـاوت پلـی‌گلیسـرول اسـت(10و 15 درصد) و میزان ثابت منوگلیسرید (60 درصد) درفرمول ژل امولسیفایر بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی می باشد.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده جهت تولید ژل امولسیفایر شـامل گلیسـرول از (Timer Network، مالزی)، سـوربیتول (شـرکت بازرگـانی امیـد) و پروپلین‌گلایکول (شرکت صنایع شـیمیایی کیمیـاگران امـروز) تهیـه گردید.

مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید کیک فنجانی به شـرح ذیـل می باشد.

آرد گندم: آرد گندم مخصوص تولید این کیک، آرد نول نرم بوده که از کارخانه آرد خراسان در کیسه‌های 50 کیلوگرمی تهیه شده و در

---
1 Stearaoyl Lactylate
2 Poly Glycerol Esters
3 Propylenglycol Mono Stearate
4 Diacetyl Tartaric Acid Ester Monoglyceride

انبار سرد نگهداری شد. آرد گندم مورد استفاده برای تولید کیک دارای رطوبت (14 درصد)، پروتئین (5/8 درصد)، خاکستر (48 درصد)، pH (6/2 درصد) می‌باشد.

تخم‌مرغ مورد استفاده نیز از شرکت تلاونگ یک روز قبل از تولید روزانه کیک تهیه و در یخچال نگهداری شد. وانیل مورد استفاده با نام تجاری VANILLA از شرکت AROMA تهیه شد. روغن نباتی مایع از شرکت لادن تهیه شد. بیکینگ پودر با نام تجاری مهسا از فروشگاه‌های معتبر خریداری شد. شکر مصرفی دارای کریستال‌های ریز سفید که در بسته‌های 15 کیلویی خریداری و در انبار جهت مصرف نگهداری شد. و شربت اینورت از شرکت سیمرغ در بطری یک لیتری تهیه گردید.

تولید ژل امولسیفایر

فرمولاسیون تیمارها مطابق با جدول 1، تولید شدند. ابتدا مواد تشکیل‌دهنده فرمول ژل امولسیفایر با یکدیگر مخلوط شده و سپس تحت شرایط هم زدن مداوم، مخلوط تا دمای 70 درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده سپس در اثر سرد کردن ژل‌ها تشکیل شدند.

جدول 1- فرمولاسیون ژل امولسیفایرها

تیمار	منوگلسیرید	اسیداستیک‌استرمنوگلسیرید	سدیم‌استاروییل2 لاکتیلات	پل‌ال	آب	داتم(٪)	پلی‌گلیسرول استر(٪)
A	60	6	7	20	56	5	10
B	60	6	7	20	56	10	10
C	60	6	7	20	56	15	10
D	60	6	7	20	56	5	15
E	60	6	7	20	56	10	15
F	60	6	7	20	56	15	15

لازم به ذکر است که اجزای ثابت بر حسب قسمت و اجزای متغیر (امولسیفایرها) بر حسب در صد می باشد.

روش تهیه کیک

آرد (32/7 درصد)، شکر (15/7 درصد)، اینورت (6/54 درصد)، تخم‌مرغ (19/6 درصد)، روغن (10/47 درصد)، نمک (0/13 درصد)، بیکینگ پودر (0/26 درصد)، آب (13/8 درصد)، ژل امولسیفایر (0/69 درصد) بود.]

به‌منظور تولید خمیر کیک فنجانی مواد لازم نظیر آب، روغن، شکر، آرد، تخم‌مرغ، شربت اینورت، نمک، بیکینگ پودر، ژل امولسیفایر با توجه به فرمولاسیون وزن شدند.

در ابتدا تخم‌مرغ کامل، شکر و نصف مقدار آب و ژل امولسیفایر مدت 2 دقیقه با دور متوسط در مخلوط‌کن (Moulinex 150W، فرانسه، با سرعت 128 دور در دقیقه)، همزده شد و سپس روغن اضافه شده و به مدت 1 دقیقه، مخلوط گردید. در مرحله بعد بیکینگ پودر، وانیل، نمک و اینورت اضافه شد و به مدت 1 دقیقه مخلوط گردید و در مرحله بعد مابقی آب اضافه شد و به مدت 30 ثانیه مخلوط گردید. در مرحله آخرآرد الک شده و به مخلوط اضافه گردید و به مدت 2 دقیقه با دور بالا مخلوط گردید.

عمل هم‌زدن خمیر در تمامی مراحل به کمک همزن یک کیلویی انجام گرفت. پس از صاف و یک دست شدن خمیر، خمیر در قیف‌های پارچه‌ای مخصوص کیک ریخته شد و با وزن مشخص 40 گرم در قالب‌های کاغذی نسوز مخصوص کیک ریخته شد. پس از چیدن قالبها در سینی، سینی‌ها در طبقه وسط فر (فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ Zuccihelliforni، ایتالیا) با دمای 170 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و عمل پخت به مدت 20 دقیقه انجام شد. پس از خروج سینی‌ها از فر، مرحله سرد کردن کیک‌ها انجام شده و سپس کیک‌ها بسته‌بندی شدند و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل شدند.

میزان حجم مخصوص کیک

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد شماره 10072-(2000) AACC استفاده شد. برای این منظور ابتدا قطعه جدا شده از هر نمونه کیک به ابعاد 4×4 سانتی‌متر با ترازوی دیجیتالی توزین گردید. سپس حجم استوانه مدرج به میزان 250 میلی‌لیتر با دانه ارزن جایگزین شد. آنگاه قطعه کیک مورد نظر در درون استوانه مدرج قرار داده شد و حجم نهایی گزارش گردید. در انتها از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد.

بافت کیک

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی دو ساعت و یک هفته پس از پخت، با استفاده از یک دستگاه بافت‌سنج (CNS Farnell) ساخت کشور انگلیس متصل به یک کامپیوتر و به کمک نرم‌افزار Texturepro انجام شد. بدین‌منظور در مورد تماس نمونه ابتدا قطعات

مکعبی با ابعاد 20×40× 40 میلی‌متر تهیه و سپس پوسته آن‌ها حذف گردید. در ادامه نمونه‌ها در زیر یک پروب استوانه‌ای از جنس آلومنیوم و با قطر 25 میلی‌متر تحت آزمون فشردگی قرار گرفتند (مسافت) فشرده شدن 30 میلی‌متر در نظر گرفته شد. حداکثر نیروی مورد نیاز جهت اعمال این میزان فشردگی به‌عنوان شاخصی از میزان سفتی نمونه ثبت گردید همانند رطوبت این آزمون در فاصله زمانی 2 ساعت و یک هفته پس از پخت انجام گرفت (Ronda *et al*., 2005).

رنگ پوسته و مغز کیک

آنالیز رنگ پوسته و مغز کیک در فاصله زمانی 2ساعت پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص*L، *a و*b صورت پذیرفت. شاخص *L، معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا 100(سفید خالص) متغیر است. شاخص *a، میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (سبز خالص) تا 120+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص *b، میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (آبی خالص) تا 120 + (زرد خالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد 4 در 4 سانتی‌متر از کیک روغنی تهیه گردید و به‌وسیله اسکنر (HP، Scanjet G3010) با وضوح 300 پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت.

درصد رطوبت کیک

جهت انجام این آزمایش از استاندارد (AACC، 2000) شماره 16-44 استفاده گردید. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت، در آون(Jeto Tech، OF-O2G، کره جنوبی) با حرارت 105-100 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

خصوصیات حسی کیک روغنی

ویژگی‌های حسی تیمارهای کیک که شامل بافت و قابلیت جویدن بود توسط 10 پانلیست با آزمون هدونیک 5 نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت (امتیازات بین 1 (خیلی بد) و 5 (خیلی خوب) در نظر گرفته شد) و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایشات بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت بدین منظور نمونه‌های حاوی فرمول‌های متفاوت ژل امولسیفایر در سه تکرار تهیه و پس از پخت کیک با این تیمارها آزمون‌های مربوط بر روی نمونه‌های کیک انجام گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها و بررسی اثرات تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد. نرم‌افزار مورد استفاده جهت این آزمون‌ها Mstat-c ، بود.

نتایج و بحث

حجم مخصوص

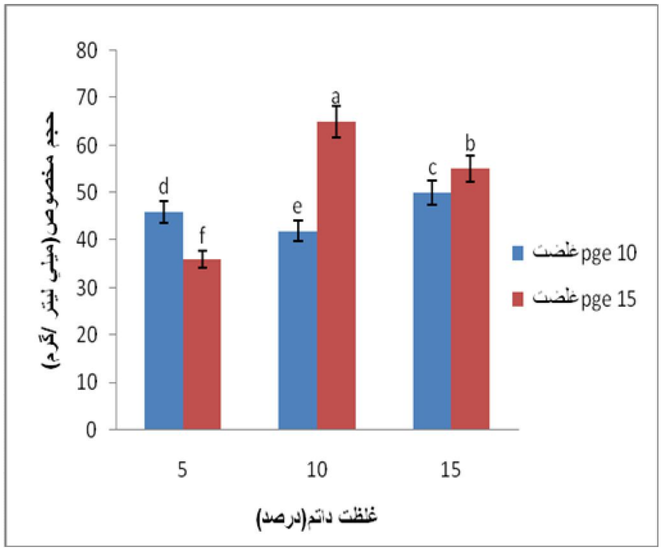
همان‌طور که در شکل 1 ملاحظه می‌شود تفاوت تیمارها در حجم مخصوص معنی‌دار بود به‌طوریکه بیشترین حجم مخصوص مربوط به تیمار دارای 15 درصد پلی‌گلیسرول استر و 10 درصد داتم و کمترین حجم مربوط به تیمار 5 درصد داتم و 10 درصد پلی‌گلیسرول استر می‌باشد. غلظت متناسب امولسفایر پلی‌گلیسرول استر در کنار داتم سبب تشکیل امولسیون یکنواخت و بهبود فرآیند هوادهی در کیک شد. امولسیفایرها، ترکیباتی هستند که قابلیت نگهداری و احتباس حباب‌های هوا را در خمیر کیک افزایش می‌دهند و ضمناً اینکه پایداری این حباب‌ها را افزایش داده و از بهم چسبیدن و اتلاف آنها در طی هم‌زدن خمیر در فرآیند پخت جلوگیری می‌کنند و بدین طریق سبب، بهبود فرآیند هوادهی کیک می‌شوند و در نهایت باعث افزایش حجم مخصوص محصول نهایی می گردند (وایت هورست، 2004).

سبیر (2007)؛ ترابی و همکاران (2008)، آشوینی و همکاران (2009)، کروگ و همکاران (1985)، بنیون (1990)، ول وکیو (1975)، شوستر و آدامز (1984)، شپاردویول (1976) نیز در تحقیقات خود که به قابلیت امولسیفایرهای مختلف مانند لستین، گلیسرول منواستئارات، سدیم استاروییل 2- لاکتیلات و سایر امولسیفایرها در افزایش حجم کیک‌های مختلف دست یافتند.

در ارتباط با تاثیر منوگلیسرید در افزایش حجم کیک نیز می‌توان استدلال کرد که اساساً بسیاری از مشتقات مونوگلیسریدها این قابلیت را دارندکه با تشکیل فیلم‌های کریستال آلفا در اطراف حباب‌های هوا، حبابهای هوا را در درون بافت خمیر به دام اندازند و بدین گونه حجم نهایی کیک را افزایش دهند (هنری، 1995).

امولسیفایرها با کاهش کشش سطحی فاز چربی، قابلیت پخش شدن آنرا در خمیر کیک بهبود می‌بخشند و در نتیجه حجم کیک و نرمی مغز آن بهبود می‌یابد (بنیون، 1990).در کیک‌های بدون چربی یا با چربی پایین نیز از امولسیفایرها در فرم ژل به‌عنوان عامل هوادهی‌کننده استفاده می‌شود (کروگ و همکاران 1985) (شوستر و آدامز، 1984) (شپاردویول، 1976).

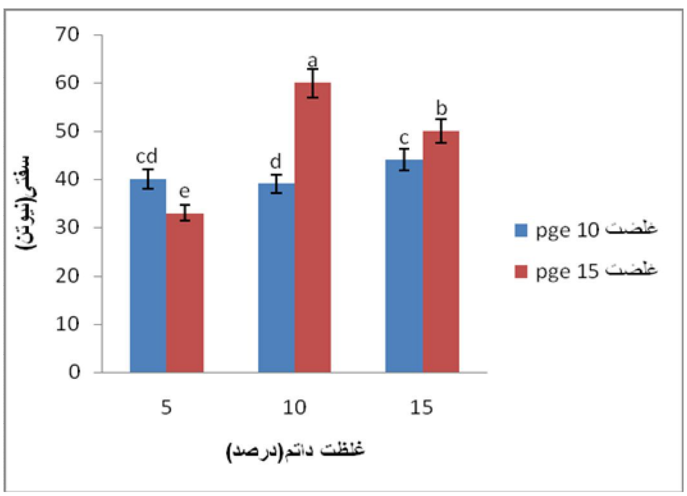
منوگلیسریدها به‌صورت خالص به فرم بتا هستند اما اگر در مجاورت یک امولسیفایر مناسب کمکی با آب حرارت داده شوند به فرم آلفا در آمده و در این حالت دارای قدرت کشش سطحی بوده و باعث هوادهی در کیک می‌شوند (1995) .



شکل 1- اثر غلظت‌های مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر بر حجم مخصوص کیک روغنی

بافت کیک روغنی در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت

همان‌طور که در شکل 2، مشاهده می‌گردد، کمترین میزان سفتی کیک مربوط به ژل امولسیفایر حاوی15 درصد پلی گلیسرول استر و 5 درصد داتم می‌باشد. ورود امولسیفایر به داخل بخش مـارپیچ زنجیـره آمیلوز و جلوگیری از ایجـاد پیونـدهای هیـدروژنی بـین زنجیرهـای مختلف آمیلوز با یکدیگر عامل کلیدی و اساسی بر حفظ ژلاتینه برای نشاسته و جلوگیری از سفتی محصول توسط امولسیفایر مـی‌باشـد، و همان‌طور که بیشتر اشاره شد یکی از کلیدی‌ترین اعمال امولسیفایرها قابلیت آنها در واکنش با نشاسته و در نتیجه ممانعت از بـروز پدیـده رتروگریداسیون و در نهایت سفت و چسبنده شدن محصول اسـت. از بین تمـامی امولسـیفایرها بـا درجـه خـوراکی منوگلیسـرید و سـدیم استئارویل لاکتیلات، کارآمدترین ترکیبات تشکیل‌دهنده کمپلکس با نشاسته هستند که در نتیجه قادر به تأخیر در پدیده بیاتی بوده و زمان ماندگاری و تازگی کیک را افزایش می‌دهند.



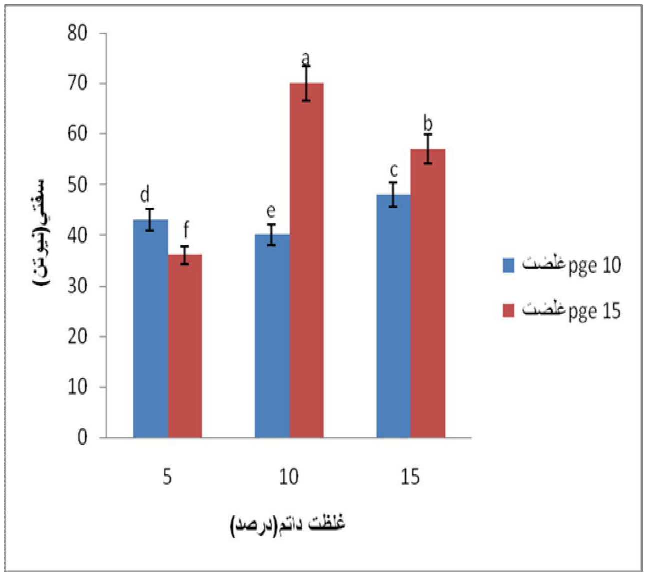
شکل 2- اثر غلظت‌های مختلف داتم و پلی گلیسرول استر بر سفتی بافت کیک روغنی در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت

بافت کیک روغنی در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت

همان‌طور که در شکل 3 ، مشاهده مـی‌گـردد بیشـترین میـزان سفتی کیـک مربـوط بـه ژل امولسیفایر حـاوی 10 درصـد داتـم و 15 درصـد پلی‌گلیسرول استر می‌باشد و همچنین مشخص شد کمتـرین میـزان سفتی بافت کیک مربوط به تیمار حاوی 15درصد پلی‌گلیسرول استر و 5 درصد داتم می‌باشد. به‌طـور کلـی سـفت شـدن کیـک در ارتبـاط

مستقیم با پدیده رتروگراداسیون نشاسته می‌باشد و همان‌طور که قبلاً اشاره شد یکی از مهمترین تأثیرات امولسیفایرها قابلیت آنها در واکنش با نشاسته و در نتیجه ممانعت از بروز پدیده رتروگریداسیون و در نهایت سفت و چسبنده شدن محصول است.در توجیه این یافته از بین تمامی امولسیفایرها با درجه خوراکی منوگلسیرید و سدیم استئارویل لاکتیلات، کارآمدترین ترکیبات تشکیل‌دهنده کمپلکس با نشاسته هستند که در نتیجه قادر هستند پدیده بیاتی را به تاخیر انداخته و زمان ماندگاری و تازگی کیک را افزایش می‌دهند.

در همین راستا بنیون (1990)، کروگ و همکاران (1985)، عزیزی و همکاران (2003)، کوچکی و همکاران (1385)، آذرپژوه (1376) و ترابی و همکاران (2008) گزارشاتی درباره نقش E471 (منوگلسیرید) به‌عنوان یک عامل نرم‌کننده و ضدبیاتی در انواع مختلف نان و کیک منتشر کردند.



شکل 3- اثر غلظت‌های مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر بر سفتی بافت کیک روغنی یک هفته پس از پخت

رطوبت

همان‌طور که در شکل 4، مشاهده می‌گردد کمترین درصد افت رطوبت مربوط به ژل امولسفایر حاوی 15درصد پلی‌گلیسرول استر و 5 درصد داتم می‌باشد و همچنین مشخص شد غلظت مناسب داتم در کنار غلظت مناسب پلی‌گلیسرول استرکه 15 درصد می‌باشد سبب کمترین میزان افت رطوبت شده است و مشخص شد غلظت مناسب امولسیفایرداتم سبب جذب آب بیشتر خمیر در طی خمیرگیری و باند شدن آب در طی مرحله پخت کیک شد به‌طور کلی یکی دیگر از نقش‌هایی که امولسیفایرها در مواد غذایی ایفا می‌کنند بهبود قابلیت مرطوب شدن و کمک به حفظ رطوبت در طی مدت زمان نگهداری است که به‌عنوان مثال در مورد محصولات پخت مانند انواع کیک، امولسیفایرها این توانایی خود را به‌خوبی بروز داده و در نتیجه سبب افزایش مدت زمان نگهداری محصول می‌شوند. این حفظ رطوبت در نرم شدن مغز کیک نیز کاملاً تأثیرگذار است (ترابی‌زاده، 1382). در همین راستا کلوک و همکاران (1984) بیان کردند که اندازه‌گیری سرعت از دست رفتن رطوبت کیک در طی فرآیند پخت به طبیعت سیستم امولسیفایری به‌کار رفته در محصول وابسته است نتیجه اینکه به‌کارگیری این ترکیبات سبب می‌شود که محصول نهایی از رطوبت بالاتری برخوردار باشد و ابقای این میزان رطوبت در طی مدت زمان ماندگاری نیز بهتر انجام گیرد. آشوینی و همکاران (2009) دریافتند که امولسیفایرهای سدیم ا ستئارویل 2- لاکتیلات و منوگلسیرول استئارات قادرند بر میزان رطوبت کیک بدون تخم‌مرغ بیفزایند. کریمی و عزیزی (1376)، نیز در ارزیابی تاثیر سدیم استئارویل 2 لاکتیلات بر کیفیت نان تافتون به این نتیجه رسیدند که در نان‌های حاوی این امولسیفایر حفظ و ابقای رطوبت بیشتر است.

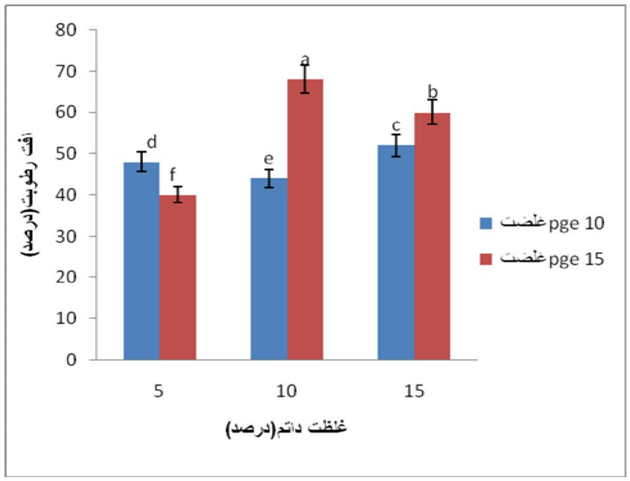
رنگ پوسته کیک روغنی(مؤلفه *L)

*L در واقع به معنی روشنی می‌باشد و هرچه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده رنگ روشن‌تر و بهتر محصول است. همان‌طور که در شکل 5 مشاهده می‌گردد بیشترین مولفه(*L)، پوسته کیک روغنی مربوط به ژل امولسیفایر حاوی 15درصد پلی‌گلیسرول استر و10 درصد داتم می‌باشد و همچنین نتایج نشان دادکه غلظت مناسب داتم در کنار پلی‌گلیسرول استر متفاوت 10 درصد بوده که سبب افزایش در مولفه *L شد با افزایش ژل امولسیفایر دارای غلظت بالای

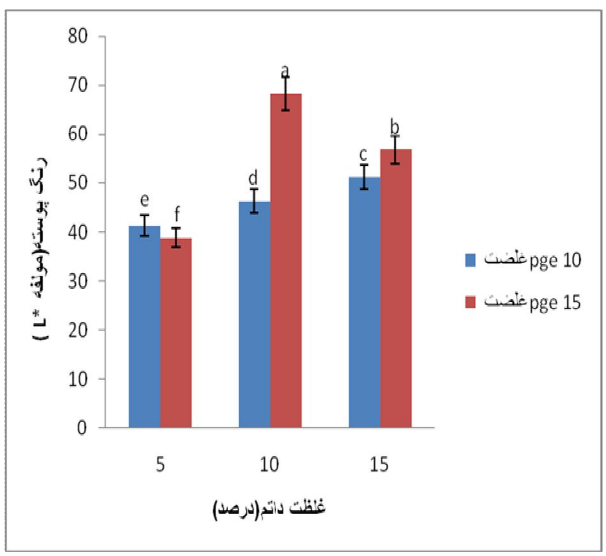
پلی‌گلیسرول استر (پلی‌گلیسرول استر)، حفظ و نگهداری بهتر رطوبت در حین فرآیند پخت و جلوگیری از ایجاد پوسته ناصاف و چین خورده در محصول نهایی می‌باشد.

در همین راستا پورلیس و سالودوری (2009) بیان نمودند که تغییرات سطح، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه *L دارند.

Robertj (2004)، با افزودن پلی‌گلیسرول استر حفظ و نگهداری رطوبت در کیک در طی نگهداری دارای ثبات بیشتری می‌شود.



شکل 4- تأثیر غلظت‌های مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر درصد افت رطوبت کیک



شکل 5- تأثیر غلظت‌های مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر مولفه (*L)پوسته کیک روغنی

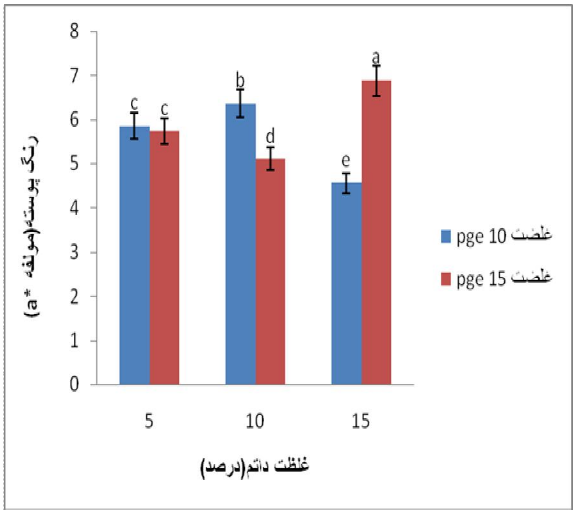
رنگ پوسته کیک روغنی (مؤلفه *a)

مؤلفه *a، در واقع نشان‌دهنده قرمزی یا سبزی می‌باشد که هرچه مقدار عددی این شاخه کمتر باشد، بهتر است. همان‌طور که در شکل 6، ملاحظه می‌گردد کمترین میزان مؤلفه *a، مربوط به ژل امولسیفایر حاوی 15 درصد داتم و 10 درصد پلی‌گلیسرول استر می‌باشد.

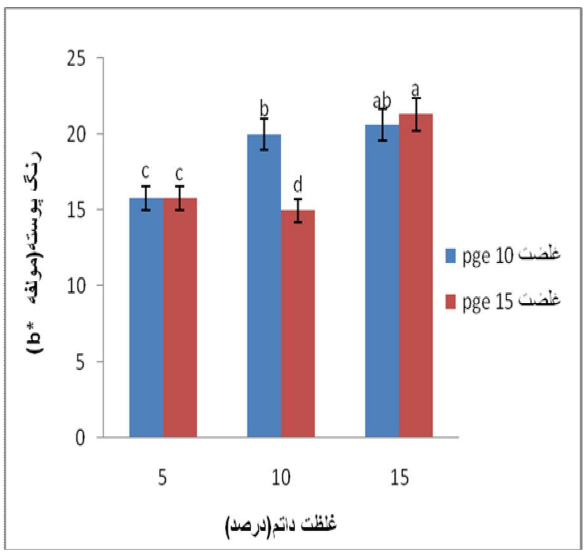
پوسته کیک روغنی مؤلفه (*b)

*b بیانگر میزان آبی یا زرد بودن رنگ است. همان‌طور که در شکل 7، مشخص است کمترین میزان مؤلفه *b ، مربوط به ژل

امولسیفایر حاوی 10 درصد داتم و 15 درصد پلی‌گلیسرول استر می‌باشد.



شکل 6- تأثیر غلظت های مختلف داتم و پلی گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر مؤلفه (*a) پوسته کیک روغنی



شکل 7- تأثیر غلظت‌های مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر مؤلفه (*b) پوسته کیک روغنی

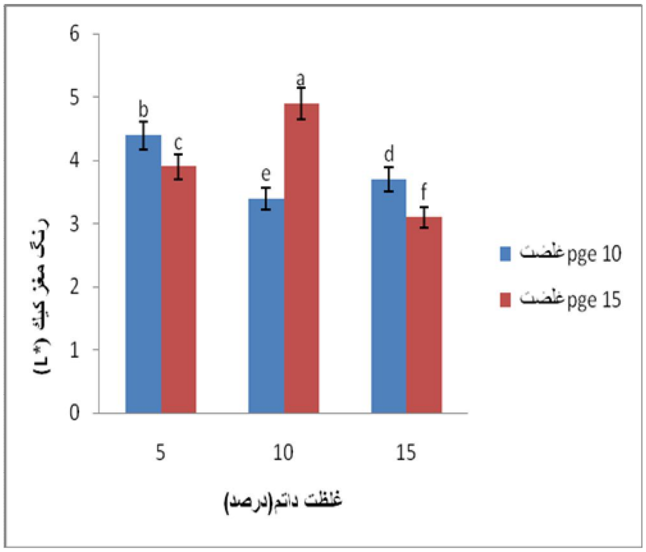
رنگ مغز کیک روغنی

*L در واقع به معنی روشنی می‌باشد و هرچه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده رنگ روشن‌تر و بهتر محصول است. همان‌طور که در شکل 8، مشاهده می‌گردد بیشترین مولفه (*L)، مغز کیک روغنی مربوط به کیک تولید شده با ژل امولسفایر حاوی 15 درصد پلی‌گلیسرول استر و 10 درصد داتم می‌باشد که سبب افزایش در مولفه *L شد. غلظت مناسب امولسیفایر پلی‌گلیسرول استر در مجاورت غلظت مناسب امولسفایر داتم به دلیل یکنواخت و ریز نمودن حباب‌های هوا سبب روشنی مغز کیک می‌شوند با استفاده از امولسیفایرها حباب‌های هوا به‌صورت یکنواخت و ریز در تمام قسمت‌های خمیر پخش می‌شوند و در طول زمان پخت خروج هوا از این حباب‌ها به شکل یکنواخت صورت می‌گیرد (وایت هورست، 2004).

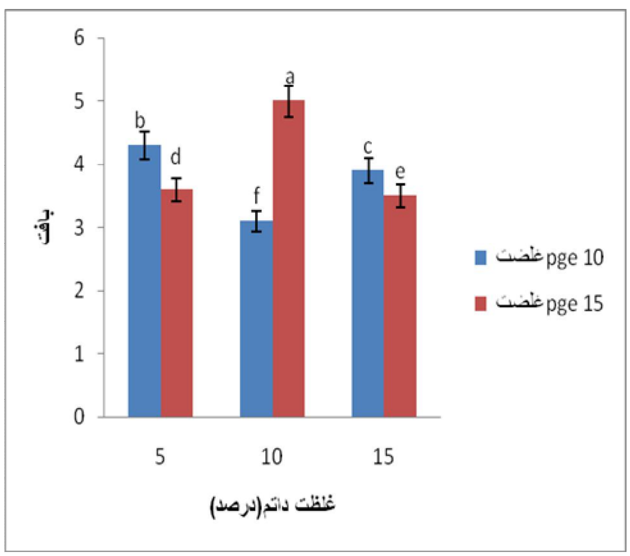
خصوصیت حسی(بافت)

همان‌طورکه در شکل 9 مشاهده می‌گردد بیشترین امتیاز از نظر

پانلیست‌ها از نظر بافت کیک روغنی مربوط به ژل امولسفایر حـاوی 15درصدپلی‌گلیسرول‌استر10 درصد داتم مـی‌باشـد. در همـین راسـتا آشـوینی و همکـاران (2009)، دریافتنـد کـه امولسـیفایرهای سـدیم استئاروییل 2 – لاکتیلات و گلسیرول منواستئارات سبب افزایش امتیاز بافت کیک‌های بدون تخم‌مرغ شوند.



شکل 8- تأثیر غلظت‌های مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر مولفه (L*)مغز کیک روغنی



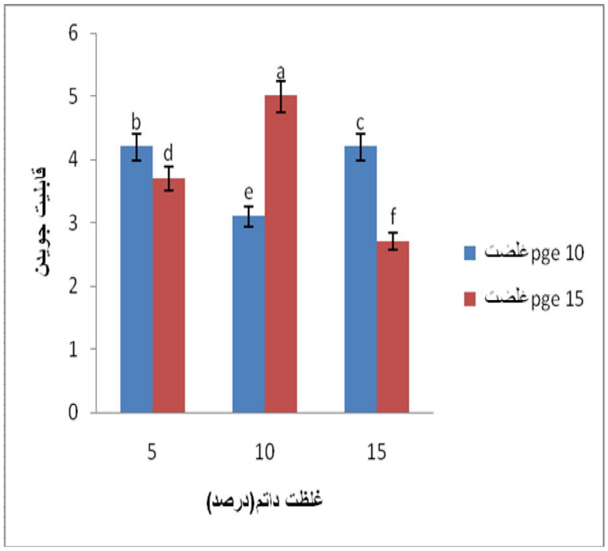
شکل 9- اثر غلظت مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر خصوصیت حسی بافت کیک روغنی

خصوصیات حسی (قابلیت جویدن کیک روغنی)

همان‌طور که در شکل 10 مشاهده می‌گردد بیشترین امتیاز از نظر پانلیست‌ها از نظرقابلیت جویدن کیک روغنی مربوط به ژل امولسفایر حاوی 15 درصد پلی‌گلیسرول استر و10 درصد داتم می‌باشد در همین راستا نقش امولسیفایرها در افـزایش امتیـاز پـذیرش کلـی در نتـایج آشـوینی و همکـاران (2009) و کـوچکی و همکـاران (1385) قابـل مشاهده بود.

به‌طورکلی امولسیفایرها در خمیر کیک در سطوح حد فاصل بـین دو فاز روغن و آب به شکل یک غشـاء تـک لایـه‌ای بـه فـرم آلفـا کریستاله می‌شوند .افزودن یـک امولسـیفایر ثانویـه موجـب تشـدید

شکل‌گیری لایه نازک تولید شده و در نتیجه تقویت اثر امولسیفایری می‌گردد(ترابی‌زاده،1381).



شکل 10- اثر غلظت مختلف داتم و پلی‌گلیسرول استر در ژل امولسیفایر بر قابلیت جویدن کیک روغنی

نتیجه‌گیری

نتایج به روشنی نشان داد که مناسب‌ترین ترکیب مواد در فرمول ژل عبارت بود از امولسیفایرداتم (10 درصد) پلی‌گلیسرول استر (15 درصد) و منوگلیسرید (60 درصد) بود. این ترکیب ژل امولسیفایر بیشترین اثر را درافزایش حجم مخصوص*L پوسته و مغز، کاهش افت رطوبت کیک یک هفته بعد از پخت و کاهش سفتی کیک داشت. همچنین این نمونه کیک بیشترین امتیاز بافت را در ارزیابی حسی به خود اختصاص داد.

منابع

Ashwini, A., Jyotsna, R ., Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *J of food Hydrocolloids*. 23(3). 700–707.

Azizi, M.H. and Rao, G.V. 2004. Influence of selected surfactant gels and gums on dough rheogical characteristics and quality of bread. *Journal of Food Quality*, 27: 320-336.

Azizi, M.H. and Rao, G.V. 2005. Effect ofstorage of surfactant gels on bread makingquality of wheat flour. *Food Chemistry*.89: 133-138.

Baker, S. (2010).Maximizing the use of food emulsifiers.30-45.

Bennion, M. 1990. Fats, Frying, and Emulsions. In: Introductory Foods. Macmillan Publishing Co., New York, Chapter13. 219-249.

Dasappa, I and Gandham, V. 2008. Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods.chapter2. CRC Press. 31–48.

Goldstein, A and Marngoni, A. 2012. Monoglyceride stabilized oil water emulsions: an investigation of structuting and shear history on phase behaveiour. *J of Food Biophysics*. 7(3):227-235.

Hasenhuettl, G.L. and Hartel R. w. 2008. Food emulsifiers and their application, Springer science+ business media LLc.second edition. 17-18.

Henry, C. 1995. Monoglycerides: the universal emulsifier. Cereal Foods World, 40(10):734-738.

Koocheki, A, 2003, Modeling the factors affecting shelf life of Iranian flat bread, Thesis.

Krog, N.J. and Sparsø, F.V. 2004. Food Emulsifiers: Their Chemical and Physical Properties, in Food Emulsions, (editors: S.E. Friberg and K. Larsson). Marcel Dekker: New York. pp. 45-91.

Payan, R, 2005, Introduction to technology of cereal products, Tehran, Aeizh Publishing, PP; 314-315.

Prabhasankar,P and Rajiv,J . 2006. Cake composition with an emulsifier. us patent 0286278A1.

Lermond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. *Department of Agriculture Publication* 1284: 27-30

Rajabzadeh,N,2003,Fundamentals of creal technology , university of Tehran Publishing,pp:143-145.

Richarson, G, M. Longton, P. FaldtHermansson. 2002. Microstructure of alpha-Crystalline Emulsifiers and Their Influence on Air Incorporation in Cake Batter. *Cereal Chemistry.* 79: 546-552.
Richardson, G., Bergenståhl, B., Langton, M.,Stading, M. and Hermansson, A. 2004. Thefunction of (alpha)-crystalline emulsifierson expanding foam surfaces. *FoodHydrocolloids*, 18(4): 655-663.
Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the uality of sugar-free sponge cakes. *J. Food Chemistry*. 90:549-555.
Shireed, S and Charles, A. 2007. monoglyceride and their compositions and processes of producing the sauer , Us patent 2007/0009643.
Shepard, I.S., and Yoell, R.W. 1976. Cake emulsions. In: Food Emulsions. Edited by (S.Friberg, ed.). Marcel. Dekker, Inc. New York. 270-274. Chapter 5.
Silva RF.2000 .Uses of α-crystalline emulsifiers in the sweet good s industry .*Cereal Food* World 45(9). 405-11.
Stanly, p., Caurain, Y. 2006.Baked products:Science, Technology and Practice,UK, Blackwell Publishing P:1.
Torabizadeh, H, 2002, Food Emulsions and Emulsifiers, Tehran, Aeizh Publishing, PP:70-73.
Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with differentgums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 26:305-312.
Whitehurst, R. J., 2008.Emuelsifiers in food Technology. Wiley-Blackwell, p.p. 26,120,122,128.
Ziaeyan, M, 2002,Food emulsions and their applications ,Arvan Publishing

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 5, Dec- Jan 2018, p. 771-783

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 5، آذر - دی 1396، ص. 783-771

Investigation the effect of polyglycerol ester and diacetiyltartaric acid ester in the form of gel on physicochemical, rheological and sensory properties of oily cake

M. Ghanadrezaee[1], A. Arianfar[2*], Z. Sheikholeslami[3]

Received: 2016.03.23
Accepted: 2016.10.29

Introduction: Application of emulsifiers is important in production of good quality cake. Monoglycoside and its derivatives, sterol lactilat, propylene glycol, Mono stearate, Mono stearate sorbitan, polysorbate, lecithin are used as Emulsifiersin in cake industry. Emulsifier that is used as a gel form in production of cakes , called cake gel. The use of gel cake in the cake batter increases distribution of air bubbles and resulting viscosity was increased and form a better texture and volume of the cake.Today, crystalline alpha gel of glycerol ester with alpha gel monoglycerides and propylene glycol stearate gel was used in the production of cakes. The stable Alpha gel wiche made from a mixture of monoglycerides and polyglycerol ester glycerol have impact effect on cake quality. The purpose of this study was to investigated the effect of Datem emulsifiers in three levels (5, 10 and 15%) poly glycerol in two levels (10 and 15%) and monoglycoside (60%) in gel emulsifier formulation to improve physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake. The color index (L *, a * and b *), specific volume, texture and moisture of the cake were evaluated. The results showed that Datm emulsifier in (10%) with polyglycerol at 15% concentrations in gel emulsifier formulation had the best result on quality properties of cake.

Material and methods: The materials was used in the production gel Emulsifier includs, glycerol (co-Timer Network Malaysia), sorbitol (Omid company) and Propylene glycol (Kimiya garan Emroz Chemical Industry Co.) was prepared. Materials for production of cakes containing wheat flour (Khorasan Co.) with moisture content (14%), protein (8.5%), ash (48%), PH (6.2%), eggs (Telavang Co.), vanilla from (AROMA Company), liquid vegetable oil (Laden Company) invert syrup (Simorgh Co) were prepared. baking powder (Mahsa) was purchased from local market. Sugar with fine white crystals bought in batches of 15 kg and was kept in the Store for consumption.Ingredients of gel Emulsifier formulation were mixed together Continuous agitation, the mixture then heated at temperature of 70 ° C In order to prepare the cake batter, the ingredients were weighed according to the formulation. The Moisture content of cup cake was measured 2 hr and 1 week after baking according to AACC- methods (AACC, 2000). Specific volume was determined an hour after baking based on rapeseed displacement method (AACC 2000). TPA test of cup cake was measured by A QTS texture analyser (CNS Farnell, Hertfordshire, UK) to measure the force required for penetration 2h and 1 week after baking. The color of cup cake determined by L*, a* and b* index, by using image j software after 2 hr, by (HP Scanjet , G 3010). Sensory evaluation was performed by 10 trained panellists and the overall quality of cake was evaluated using a ranking scale with scores ranging from 1 (least pleasure) to 5 (best pleasure).In this study, some sensory properties including odor, taste, texture and overall quality (total acceptance) of cup cake were evaluated. Results were reported as the average of three replications (all treatments were evaluated in three batches). In order to assess significant differences among samples, a complete randomized design of triplicate analyses of samples was performed using the Mstat-c. Duncan's new multiple range tests were used to study the statistical differences of the means with 95% confidence.

Results and discussion: The results showed that gel emulsifier formulation with (10%) concentrations of Datm and (15%) concentration of polyglycerol are suitable in gel emulsifier formulation, This formula was increased the volume, L* index of crust and crumb of cake and sensory properties such as texture, Chewiness and reduced firmness of cake and moisture loss content over 1 week after the baking . Increasing the specific

---

1. Department of Food Science & Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.
2. Young Researchers and Elite club, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.
3. Associate Professor of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources. Research and Education Center, AREEO, Mashad, Iran
(*Corresponding author: a_aria_1443@yahoo.com)

volume of cakes is due to the formation of alpha crystal films around the air bubbles, and trapping air bubbles in the dough. This phenomen was reduced surface tension of fat phase and improved spread ability of the fat phase in the cake batter, thus increasing the volume and softness of cake. Reduction of cake Firmness is due to interaction of emulsifiers with starch that is prevent retrogradation phenomenon. increasing of polyglycerol ester concentration in gel emulsifier formulation, improved the moisture maintain during baking and prevent from rough and wrinkled skins in the final product and therefore increases L^* index.

Key words: Oil Cake, Poly Glycerol Ester, Gel Emulsifier, Datem, Physicochemical Properties, Sensory Properties.